





NÚM. 98 AGOSTO-SEPTIEMBRE DE 2011

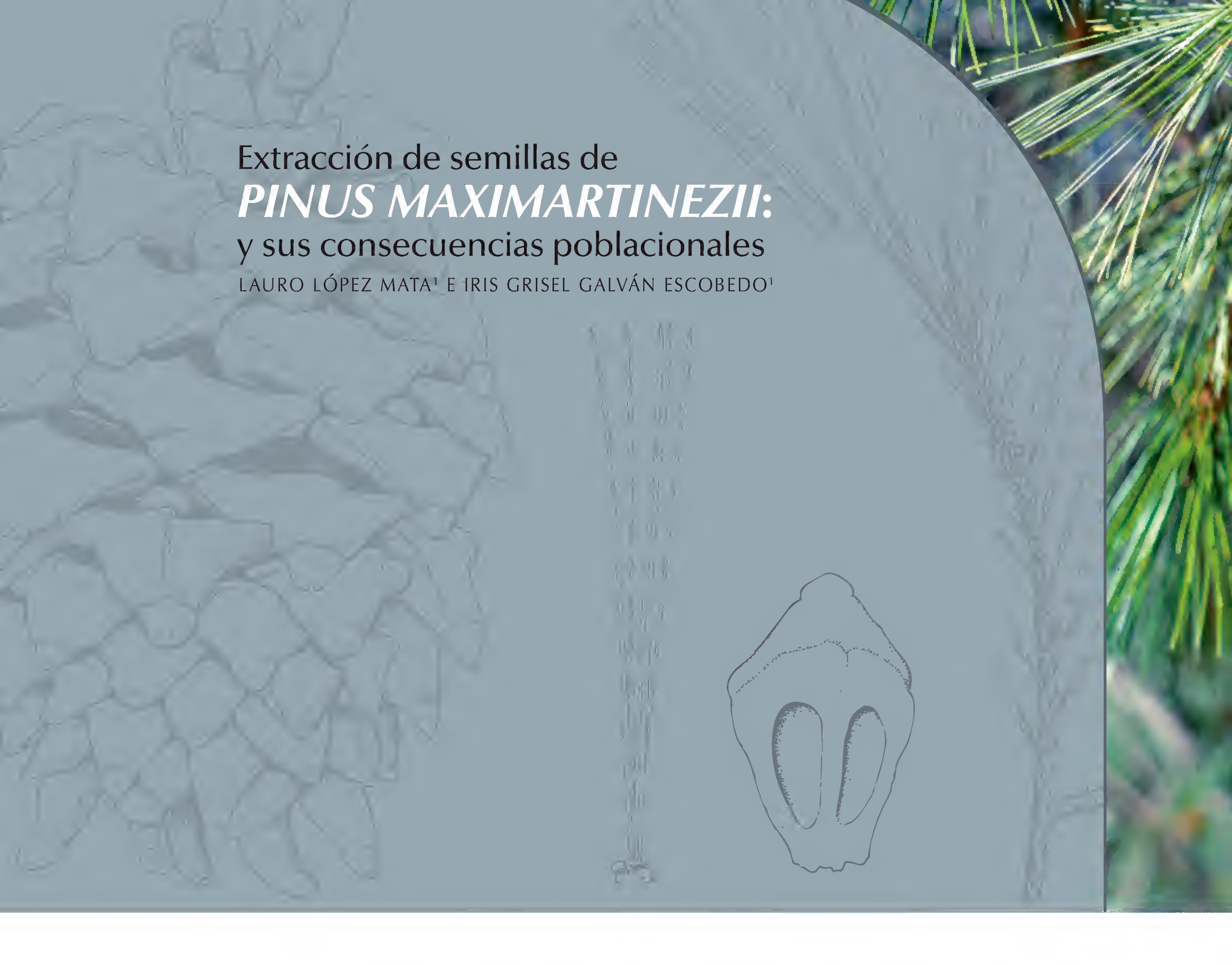
ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL [...] IDAD

PINO AZUL

México posee la mayor riqueza de especies del género *Pinus* en el mundo;[1] de las más de cien especies reconocidas, aproximadamente 50% son nativas de México.[1] De esta diversidad, ocho especies y una variedad son raras, endémicas o están amenazadas con su extinción,[2, 3] y cerca de una docena son pinos piñoneros que producen semillas con nuez comestible y excelente calidad alimenticia.[4, 5, 6] El pino azul, *Pinus maximartinezii* Rzedowski,[7] es una especie de pino piñonero, endémica, en peligro de extinción, de distribución restringida al Cerro de Piñones (21°20′ ln y 103°14′ lw y altitudes de 1,700 a 2,300 msnm), en la Sierra de Morones, municipio de Juchipila, Zacatecas.



Extracción de semillas de *PINUS MAXIMARTINEZII*: y sus consecuencias poblacionales

LAURO LÓPEZ MATA[1] E IRIS GRISEL GALVÁN ESCOBEDO[1]

Portada: cono de pino azul (*Pinus maximartinezii*).

Fotos: © Lauro López Mata

Esta especie se distribuye en suelos calcáreos, rocosos, de buen drenaje y muy secos. El pino azul puede ser abundante en laderas llegando a formar rodales pequeños y fragmentados de una hectárea y raramente rodales más grandes. Los árboles adultos más comunes fluctúan entre 40 y 60 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) con alturas que generalmente no exceden 15 m. Sin embargo, en sitios más húmedos y protegidos en cañadas existen individuos excepcionalmente grandes, con más de 110 cm de DAP.

Las semillas de *P. maximartinezii* pueden medir hasta 25 mm de largo, 12.8 mm de ancho y 10.4 mm de grueso. En la zona se cosecha la semilla para su venta tanto en el mercado local (Pueblo Viejo y Juchipila, Zacatecas) como en el internacional (principalmente Nuevo México, Estados Unidos, y Japón). Un kilo de semilla fresca recién cosechada se vendió a $260 pesos (USA $22 dólares, a una tasa de $12.00 pesos por dólar) en noviembre de 2005. Las semillas de los piñoneros se emplean en el consumo humano y tienen propiedades alimenticias excelentes. Al respecto, López Mata[8] realizó análisis químicos del contenido de proteínas, aminoácidos y ácidos grasos de la semilla de *P. maximartinezii* y los comparó con semillas de otras especies de piñoneros. El cuadro 1 muestra el análisis nutricional de las semillas del pino azul y otras nueve especies de nueces comestibles de pinos piñoneros. En el cuadro 2 se muestra el contenido de 18 aminoácidos, incluyendo a todos los esenciales y seis ácidos grasos diferentes, 84% de ellos insaturados. La nuez del pino azul es de valor dietético sobresaliente y parece ser un recurso promisorio.

En virtud de que los conos se cosechan directamente de los árboles adultos y de que las semillas se venden ilegalmente en el mercado nacional e internacional, es evidente que un elevado porcentaje de cosecha de semillas podría poner en riesgo la regeneración natural de la especie y, por tanto, su viabilidad poblacional para el futuro. Más aún, es bien conocido que para especies de distribución geográfica altamente restringida, con elevada especificidad de hábitat y tamaños poblacionales pequeños, el riesgo de extinción es extremadamente alto debido principalmente tanto a las fluctuaciones impredecibles del ambiente como en las tasas de mortalidad y reproducción las cuales operan independientemente entre los





Figura 1.
Localización geográfica de la única población conocida y rareza endémica, *Pinus maximartinezii* Rzedowski en Juchipila, Zacatecas.

individuos de la población (estocasticidad ambiental y estocasticidad demográfica, respectivamente) y a la pérdida de variabilidad genética.[9, 10] Los casos más extremos de aislamiento son aquellos de las especies de las que se conoce tan sólo una pequeña población restringida a una pequeña área de distribución, tal como ocurre para el pino azul (Fig. 1). En muchos casos esas especies son especialmente propicias a la extinción porque son comercializadas o consumidas por humanos. Tomando en consideración estos puntos de vista, López Mata[11] empleó modelos matriciales[12] para evaluar el impacto de la cosecha de semilla y sus consecuencias sobre la dinámica poblacional de *P. maximartinezii*. Las preguntas fundamentales que este investigador respondió fueron: 1. ¿La población del pino azul está declinando, creciendo o es

Especies	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	Humedad (%)
P. cembra	17-18	50-59	17	1.0	—	—
P. cembroides	19	60-65	13.8	1.8	3.2	2.7
P. edulis	14.3	61	18.1	1.1	2.7	3.0
P. koraiensis	17-18	65-67	12	4.8	2.2	4.4
P. maximartinezii	31.3/65.6*	42.5	2.4	8.8	4.3	5.0
P. monophylla	9.5	23	54	1.1	2.4	10.2
P. pinea	34	48	6.5	1.4	—	—
P. quadrifolia	11	37	45	1.1	2.4	4.9
P. sabiniana	28-30	54-57	8	—	—	—
P. sibirica	17	60-64	12	—	—	—

Cuadro 1.
Comparación nutricional de la semilla del pino azul con otras especies de pinos piñoneros comestibles.

* contenido de proteína sin grasa

Cuadro 2. Composición de aminoácidos de proteínas totales contenidos en semillas (nueces) de *Pinus maximartinezii*

Aminoácidos	*P. maximartinezii* g/16 g N[1]	*P. maximartinezii* g/100 g[2]	FAO/OMS g/16 g N[1]
Metionina*	1.95	1.27	2.5
Triptofano*	0.57	0.37	1.1
Lisina*	2.64	1.73	5.8
Leucina*	9.18	6.01	6.6
Isoleucina*	4.41	2.89	2.8
Fenilalanina*ξ	2.88	1.88	
Valina*	4.60	3.02	3.5
Treonina*	2.16	1.41	3.4
Histidina*	2.06	1.35	—
Cisteina	1.80	1.18	—
Tirosina	4.22	2.76	6.3
Aromáticos totales	7.10	4.64	—
Sulfurados totales	3.75	2.45	—
Ácido aspártico	10.43	6.83	—
Ácido glutámico	10.75	7.05	—
Glicina + alanina	9.26	6.07	—
Prolina	2.78	1.82	—
Serina	5.66	3.71	—
Arginina*	16.73	10.96	—

* Aminoácidos esenciales.
ξAminoácidos aromáticos.
[1]Gramos por 16 gramos de nitrógeno.
[2]Gramos por 100 gramos de muestra.

estable?, y 2. bajo los niveles actuales de extracción de semilla, ¿qué tasas vitales (supervivencia, crecimiento o reproducción) deberían ser prioritarias en la elaboración de una estrategia de conservación de *P. maximartinezii*? El objetivo de esa investigación fue evaluar el estatus demográfico y la tasa de crecimiento poblacional (λ) de *P. maximartinezii*, así como determinar los efectos de diferentes tasas de extracción de semillas sobre la tasa de crecimiento poblacional (λ) e identificar bajo diferentes escenarios de extracción de semillas aquellas tasas vitales que tienen más impacto sobre la tasa de crecimiento poblacional.

Los análisis demográficos llevados a cabo para la población del pino azul indican que su tasa de crecimiento poblacional es alta (λ = 1.12), su población está en crecimiento y es relativamente insensible a la cosecha progresiva de semilla. La figura 2 muestra los cambios de la tasa de incremento poblacional (λ) bajo diferentes regímenes de cosecha de semilla (•). Es notorio que bajo cualquier escenario de extracción de semillas (•), las proyecciones matriciales indican que su población permanece con tasas de crecimiento mayores de 1. Estos resultados sugieren que se pueden sostener porcentajes extremadamente altos de extracción de semillas de la población sin que se reduzca sustancialmente su tasa de crecimiento poblacional. La figura 2 muestra también el efecto de la permanencia en una misma categoría de tamaño, de árboles juveniles prereproductivos, adultos en su primera reproducción y de los árboles adultos más grandes sobre la tasa de crecimiento poblacional. Es evidente que el efecto combinado de la cosecha de semillas, la muerte de árboles justo antes de su primera reproducción (a_{44}), la muerte de árboles en su primera reproducción y la muerte de los árboles adultos más grandes (■) tienen el efecto perjudicial más alto sobre la tasa de crecimiento poblacional de la especie (Fig. 2). Estos resultados sugieren que una buena estrategia de conservación del pino azul debería enfocarse en el mejoramiento de la supervivencia de juveniles y adultos durante sus primeros eventos reproductivos y sobre los adultos grandes, así como sobre la protección del hábitat donde esta rareza endémica ocurre.

Conclusiones

Las proyecciones matriciales que imitan niveles de cosecha de semilla variables sostienen que ésta no parece poner en peligro la estabilidad demográfica de la especie. El uso y consumo de semillas, *per se,* puede ser considerado sostenible, dado que la población no declina por debajo del equilibrio como resultado de cualquier régimen de cosecha de semilla. Sin embargo, se debe proceder con cautela cuando se realicen decisiones de manejo y/o conservación de la especie. El manejo adecuado de



En la sierra de Morones en Zacatecas se encuentra la única población conocida de *Pinus maximartinezii.*



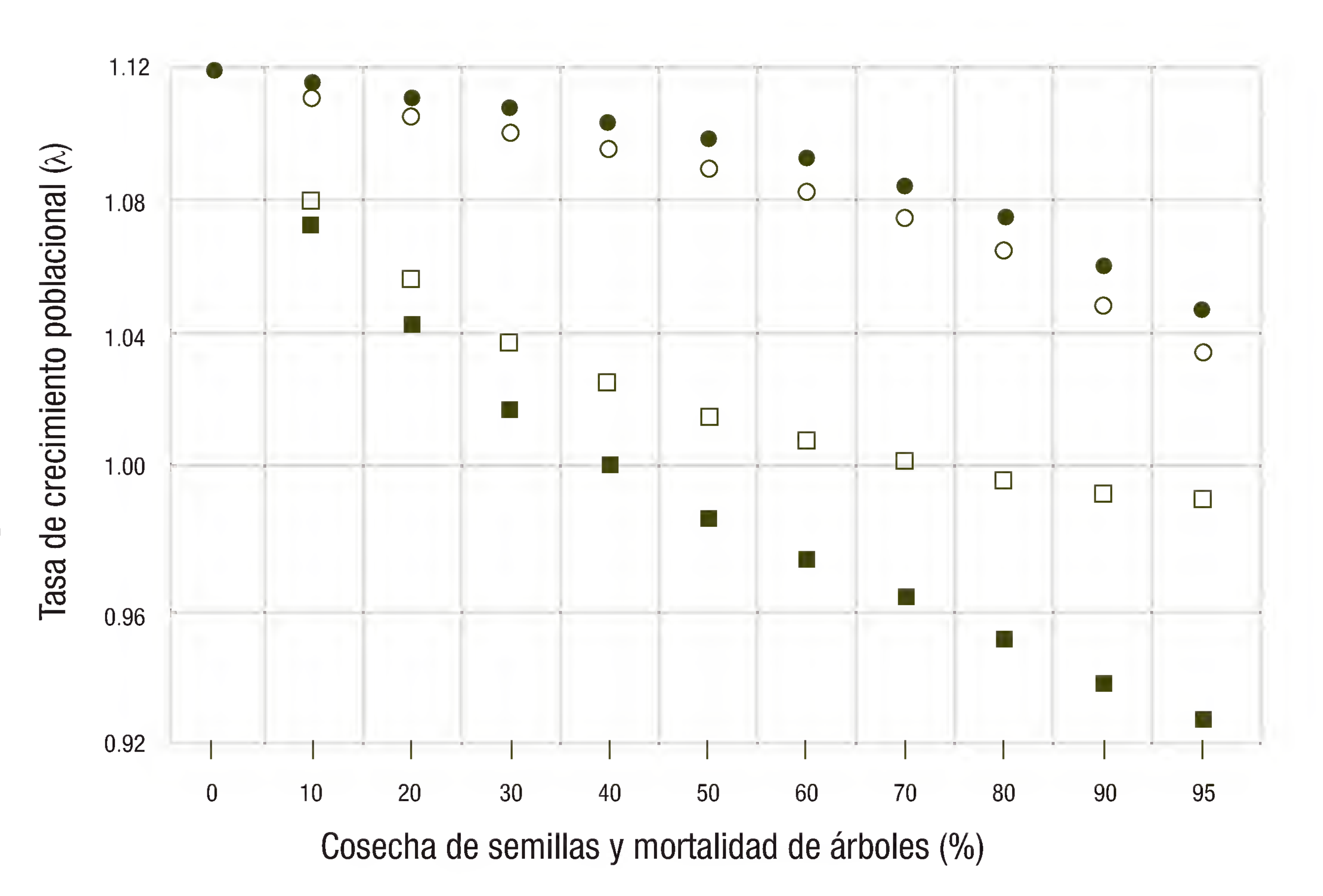
Ácidos grasos	Peso seco de la nuez (%)
Palmítico, $C_{16:0}$	8.74
Esteárico, $C_{18:0}$	3.97
Oleico, $C_{18:1}$	31.35
Linoleico, $C_{18:2}$	52.27
Araquidico, $C_{20:0}$	0.47
Behenico, $C_{22:0}$	0.40
Mayores de C_{20}	2.80
Total de Saturados	**16.38**
Total de Insaturados	**83.62**

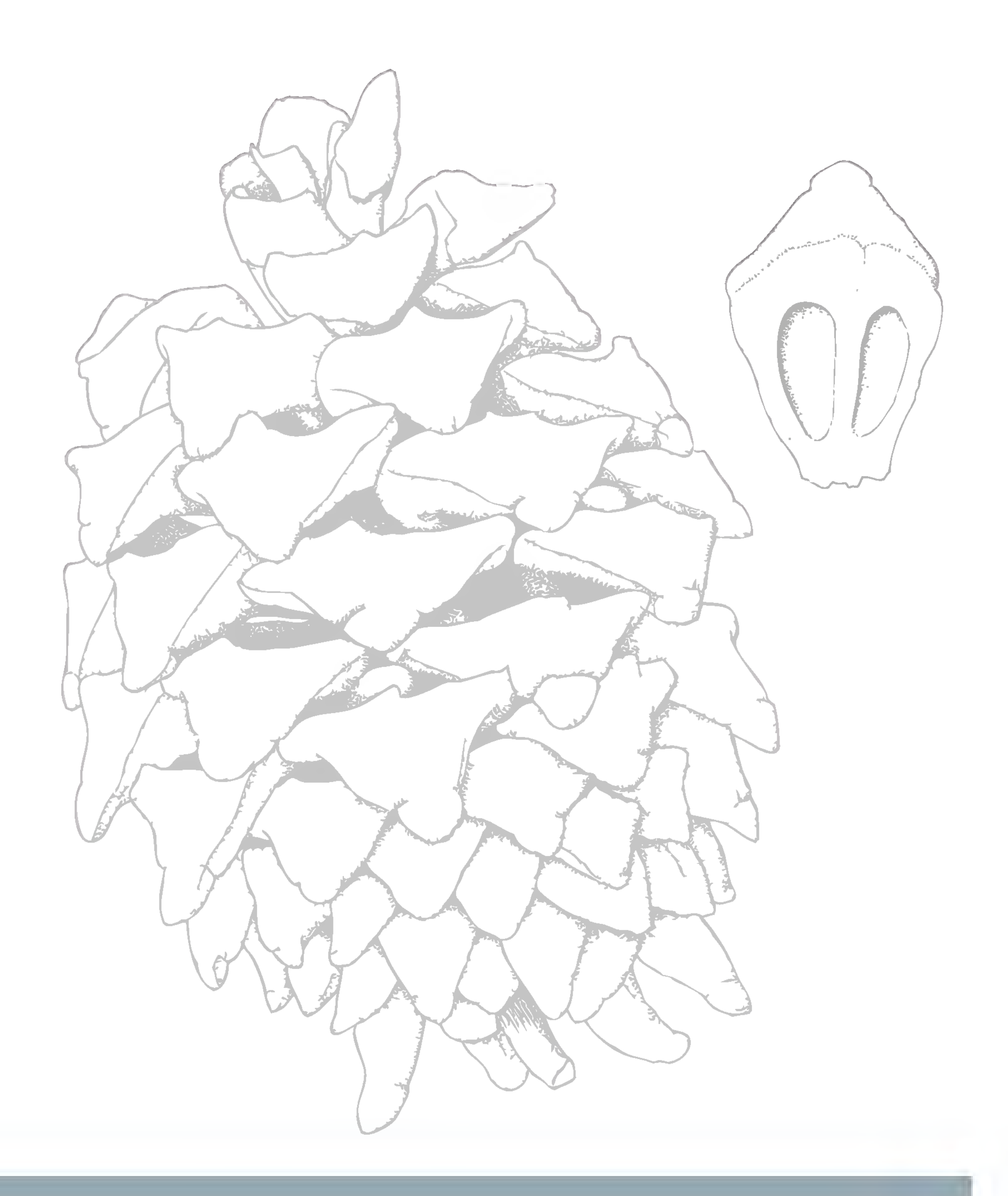
Cuadro 3. Composición de ácidos grasos saturados e insaturados en la semilla de *Pinus maximartinezii*

P. maximartinezii requiere una perspectiva integral que contemple factores, sociales, políticos y económicos. El hábitat del pino azul se encuentra seriamente amenazado por la creciente erosión del suelo debido al pastoreo y a los incendios inducidos. Las actividades agrícolas son escasas y no representan un serio problema para la especie bajo las actuales condiciones. Los incendios inducidos limitan el crecimiento del bosque de *P. maximartinezii*. Todos los rodales observados mostraron evidencias de incendios ocurridos en el pasado. Los lugareños afirman que hace no más de cincuenta años el bosque de *P. maximartinezii* estaba mucho más extendido dentro de la zona de distribución natural. La información recabada *in situ* indica que la distribución natural de la especie es muy restringida y que nunca se ha extendido más allá de los límites actuales de distribución. Los incendios, el apacentamiento de ganado vacuno y el uso de la madera de esta especie para fines de construcción y leña contribuyen también a limitar el crecimiento del bosque bajo condiciones naturales.

Aunque la población de *P. maximartinezii* está creciendo, los efectos de la baja diversidad genética pueden ser dañinos en el largo plazo debido al potencial que tiene la endogamia para exponer genes deletéreos.

Figura 2. Tasas de crecimiento poblacional (λ) de la población observada en La Sierra de Morones, Juchipila, Zacatecas, y decremento en λ para *Pinus maximartinezii* después de distintos porcentajes de cosecha de semilla y mortalidad de árboles (i.e. extracción de: • = porcentaje de semillas cosechadas; ○ = semillas cosechadas (%) y muerte de árboles grandes (a_{99}); ■ = semillas, muerte de árboles juveniles pre-reproductivos (a_{44}) y muerte de árboles en su primera reproducción (a_{55}); y □ = semillas, a_{44}, a_{55} y a_{99}; combinación de todos los anteriores).





La población del pino azul puede ser vulnerable a efectos genéticos deletéreos porque la tasa a la cual la variabilidad genética se pierde depende del número efectivo de árboles maduros en la población.[9] El número efectivo de adultos es primordial para entender la magnitud de los efectos genéticos perjudiciales y es, por lo tanto, un parámetro clave en el diseño de estrategias de conservación y manejo de la especie. Sin embargo, desde el punto de vista demográfico, una estrategia importante de conservación de esta especie debe incluir la protección de árboles juveniles y adultos en su primera reproducción, y la de los adultos más longevos ya que estos estados resultaron ser los más importantes para el mantenimiento de la población. Las prácticas de conservación deben evitar el sobrepastoreo en áreas seleccionadas para estimular la supervivencia y crecimiento de plántulas y árboles juveniles.

Pinus maximartinezii es una especie rara, endémica y su categoría dentro del sistema nacional de áreas prioritarias no debe cambiarse. El pino azul a pesar de exhibir crecimiento demográfico bajo extracciones elevadas de cosecha de semilla y mostrar que su población en las actuales circunstancias tiene el potencial para incrementarse, es una especie muy restringida a su área de distribución; sus rodales son escasos, esparcidos y contienen un número de individuos relativamente bajos. Por estas razones, sugerimos que su estatus "en peligro de extinción" no debe modificarse de la Norma Oficial Mexicana vigente.[3]



Rodal fragmentado de pino azul en la Sierra de Morones, Juchipila, Zacatecas.

Bibliografía

[1] Farjon A., y B.T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae)", en *Flora Neotropica* vol. 75. The New York Botanical Garden, New York, pp. 221-224.

[2] Perry, J.P. 1991. *The Pines of Mexico and Central America*. Timber Press, Portland.

[3] SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010:48-78.

[4] Botkin, C.W., y L.B. Shires. 1948. "The Composition and Value of Pinon Nuts", en *New Mexico Agriculture Experimental Station Bulletin* 344:3-14.

[5] Duke, J.A., y A.A. Atchley. 1986. *crc Handbook of Proximate Analysis Tables of Higher Plants*. crc Press, Boca Raton.

[6] Duke, J.A. 1989. *CRC Handbook of Nuts*. crc Press, Boca Raton.

[7] Rzedowski, J. 1964. "Una nueva especie de pino piñonero del Estado de Zacatecas (México)", en *Ciencia* 23:17-20.

[8] López Mata, L. 2001. "Proteins, Amino Acids and Fatty Acids Composition of Nuts from the Mexican Endemic Rarity, *Pinus maximartinezii*, and Its Conservation Implications", en *Interciencia* 26:606-610.

[9] Ledig, F.T., M.T. Conkle, B. Bermejo Velázquez, T. Eguiluz-Piedra, P.D. Hodgskiss, D.R. Jonson y W.S. Dvorak. 1999. "Evidence for an Extreme Bottleneck in a Rare Mexican Pinyon: Genetic Diversity, Disequilibrium, and Mating System in *Pinus maximartinezii*", en *Evolution* 53:91-93.

[10] Groom, M.J., G.K. Meffe y C.R. Carroll. 2005 (3ª ed.). *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associated, Sunderland.

[11] López Mata, L. 2011. "The Impact of Seed Extraction on the Population Dynamics of *Pinus maximartinezii* [sometido a *Acta Oecologica*].

[12] Crone, E.E., E.S. Menges, M.M. Ellis, T. Bell, P. Bierzychudek, J. Ehrlén, T.N. Kaye, T.M. Knight, P. Lesica, W.F. Morris, G. Oostermeijer, P.F. Quintana Ascencio, A. Stanley, T. Ticktin, T. Valverde, y J.L. Williams. 2011. "How Do Plant Ecologists Use Matrix Population Models?", en *Ecology Letters* 14:1-8

[1] Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.
laurolopezmata@gmail.com
sirigales@gmail.com

Historia del impacto humano sobre los
MAMÍFEROS MARINOS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

VERÓNICA ARACELI ARELLANO PERALTA,[1] ANDREA SÁENZ ARROYO[2]
Y LUIS MEDRANO GONZÁLEZ[3]

El Golfo de California alberga un mundo de vida rico y singular, miles de especies, muchas de ellas únicas, coexisten en este mar en un escenario de cambio acelerado producto de las actividades humanas cada vez más diversas y devastadoras del medio natural. Los mamíferos marinos son parte de la biodiversidad que mayor interés despierta el Golfo de California; aquí habita el mamífero marino más grande, la ballena azul y también el más pequeño, la vaquita marina. En este escrito, hacemos una revisión de la historia humana en relación con los mamíferos que habitan este mar, como una base para comprender la compleja situación del impacto ambiental que actualmente enfrentan.

La prehistoria

El Golfo de California fue ocupado por los humanos desde hace más de 10 000 años luego de que nómadas provenientes de Asia cruzaran por el Estrecho de Bering y se establecieran en la Alta California y Arizona para después ocupar las costas de Baja California y Sonora. Ante la creciente aridez del medio terrestre en los albores del Holoceno, estos primeros pobladores se alimentaron de la fauna del océano, incluidos los mamíferos marinos. En un sitio arqueológico del Holoceno tardío en Los Cabos, Baja California Sur se hallaron más de 5 300 huesos de animales y de éstos, poco más de 1900 huesos eran de delfines y lobos marinos comunes y finos. No lejos, se encontró otro sitio con numerosos huesos de delfines quemados lo que sugiere que éstos tenían valor alimenticio. En el Conchalito, El Médano, Isla Espíritu Santo e Isla Cerralvo también se encontraron huesos de delfines en sitios arqueológicos. Es probable que en la prehistoria se practicara la cacería de delfines arponeándolos desde embarcaciones o cercándolos, haciendo ruido desde embarcaciones, en playas someras en donde los delfines se mataban, como actualmente ocurre con las ballenas piloto en las Islas Feroe.

La conquista y el virreinato (1521-1821)

Los españoles empezaron a explorar al Golfo de California desde 1532; pero fue en 1539 que Francisco De Ulloa, enviado por Hernán Cortés, manifestó su



asombro por la gran abundancia de lobos marinos que encontró a su llegada a este mar. Expediciones posteriores aludieron también a la riqueza de mamíferos marinos. Antonio De la Ascención en 1602 dijo lo siguiente:

> Le llamaban mar Vermejo [...] en los mapas antiguos le llamaban ensenada o Seno de las Vallenas y es porque son tantas las que alli ay y las ay por toda la costa hacia el Cabo Mendocino que no se pueden numerar ni lo creera sino quien lo huuiera visto [...] ay como digo infinitas ballenas muy grandes y grande abundancia de sardinas grandes y pequeñas lindas y gordas que es según dicen en el común sustento de las vallenas y podra ser que por esta causa aya aquí tantas...[1]

En 1617, los jesuitas iniciaron la conquista religiosa de los indios de Sonora y en 1697 llegaron a Baja California. Los jesuitas convivieron con los seris y yaquis de Sonora, y con los pericúes, cochimíes y guaycuras de la península; también lo hicieron algunos naturalistas y viajeros. Todos ellos dieron testimonio de como los indios aprovechaban mamíferos marinos tomando grasa, carne, huesos y barbas de ballenas varadas, espermaceti (grasa de la cabeza de los cachalotes) así como pieles y carne de nutrias y lobos marinos. Los seris aún cazan lobos marinos en las islas Ángel de la Guarda, Tiburón y San Esteban; en la antigüedad los cazaban arrojándoles piedras en la cabeza, pero hoy día utilizan rifles. En 1786, se estableció el comercio entre China y las Californias con intercambio de pieles de nutrias y lobos marinos por *azogue* (mercurio) procedente de Asia. La explotación comercial de nutrias marinas continuó por 100 años más hasta que se consideraron extintas en nuestro país a principios del siglo xx.

La industria ballenera se estableció propiamente en nuestro país en 1795 en las costas de de Baja California con el ballenero inglés John Locke en el barco *Resolution* quien se enfocó a la cacería de cachalotes. A fines del siglo xviii e inicios del xix, llegaron a California y Baja California otros balleneros ingleses buscando cachalotes. Poco después, los estadounidenses también lo hicieron y para 1815, los primeros superaban a los segundos en número. Ante la débil presencia del gobierno virreinal en las Californias, en 1811 se hizo el siguiente decreto:

> Decreto del buceo de la perla y de la pesca de ballena, nutria y lobo marino en todos los dominios de las Indias [...] Que sea absolutamente libre en todos los dominios de las Indias para los súbditos de la monarquía, el buceo de la perla y lo mismo la pesca de ballena y particularmente la de la nutria y lobo marino, en los puertos, ensenadas y surgideros de ambas Californias [...] que del mismo modo, sea libre de derechos toda especie de alimentos, las perlas, pieles de nutrias, esperma y grasa de ballena de las mismas costas, siempre que la conducción se haga en buques nacionales a fin de dar impulso al comercio de cabotaje que en el día se halla tan desanimado por aquellas riberas.[2]



Cacería aborigen de ballenas en América.

H. W. Elliott, 1883. NOAA National Marine Fisheries Service.

México independiente y porfiriato (1821-1911)

En la búsqueda de cachalotes, los balleneros descubrieron las bahías y lagunas de reproducción de la ballena gris en México y las cazaron intensivamente; los primeros fueron James Smith y Josiah Stevens con sus barcos *Hiberia* y *United States*. El ballenero y naturalista estadounidense Charles Melville Scammon cazó ballenas grises en la Laguna Ojo de Liebre, de forma tan tenaz que tan sólo en cinco años agotó la población.[3] La mayor parte de las ballenas que los estadounidenses cazaron en el Pacífico en el siglo xix, fueron del Pacífico mexicano. La industria ballenera tuvo un gran impulso en 1868 cuando el noruego Svend Foyn inventó el arpón explosivo el cual, junto con los primeros barcos de vapor, hizo que la cacería de ballenas fuera tan aniquiladora que en pocos años, varias especies quedaron casi extintas.

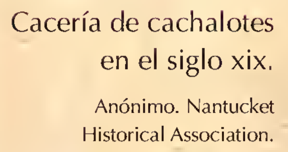
La abundancia de los lobos marinos parece haberse mantenido estable hasta la segunda mitad del siglo XIX pero de los años 1856 a 1882, se otorgaron varias concesiones y privilegios a mexicanos para cazar y exportar lobos marinos (y ballenas), con vigencia de 8 a 10 años en todas las costas e islas del Golfo de California. A cambio, se exigía pagar al gobierno de dos a tres centavos de peso por galón de aceite extraído y hasta cincuenta centavos por tonelada de cualquier otro producto obtenido de ballenas y lobos marinos.[4] Al respecto, Scammon escribió:

> Hace pocos años, un gran número de lobos marinos eran cazados a lo largo de la costa de la Alta y la Baja California, obteniéndose miles de barriles de aceite. Parece fabuloso el número de focas [*sic*] cazadas exclusivamente para la obtención de aceite, cuando nos damos cuenta de que, a lo largo de la temporada, se requiere de la grasa de tres o cuatro lobos marinos para producir un barril de aceite.[5]

Hasta finales del siglo xix, se otorgaron a ciudadanos mexicanos, concesiones para la cacería de lobos marinos que eran vendidas a estadounidenses, canadienses y japoneses.

La Revolución mexicana y el México contemporáneo (1911 a la fecha)

Durante los años 1920 se otorgó casi una decena de contratos para la explotación de ballenas en el Golfo de California y Pacífico mexicano por periodos de 10 a 18 años. Sus concesionarios eran principalmente noruegos. Estos permisos incluían el uso de flotas balleneras con buques fábrica y el establecimiento de fábricas de aceites y fertilizantes derivados de los cetáceos. De 1924 a 1929 en la costa pacífica de México se cazaron únicamente por dos buques, un total de 870 ballenas azules, 74 rorcuales de Sei, 34 rorcuales tropicales, ocho rorcuales comunes y ocho cachalotes.[6] La ballena gris en Bahía Magdalena fue intensamente cazada por balleneros noruegos a principios del siglo xx.



Cacería de cachalotes en el siglo xix.
Anónimo. Nantucket Historical Association.

En la primera mitad del siglo xx se cancelaron algunos contratos para la explotación de los mamíferos marinos y poco después iniciaron los primeros esfuerzos internacionales para su protección. Sin embargo, nuevos empresarios surgieron y durante el régimen de Álvaro Obregón (1920-1924) la caza de lobos marinos se declaró libre con una pequeña cuota de explotación.[7] Alrededor de 1937, la carne del lobo marino comenzó a usarse como cebo en la pesca de tiburón con palangre y su aceite se usó también para diluir el del hígado de tiburón; así, la extracción del aceite de lobo se prolongó posiblemente hasta los años 1970.[8] En la década de 1930 la ballena piloto se cazó intensamente para vender su aceite a la industria peletera que operaba en La Paz, Baja California Sur.

Como consecuencia de la cacería comercial de cetáceos en todo el mundo en el siglo xx, muchas de sus poblaciones se redujeron hasta ya no ser rentables. Los países balleneros querían que la caza retornara a ser sostenible y por ello, firmaron acuerdos para regular la cacería. En 1946, se fundó la Comisión Ballenera Internacional (cbi) que inicialmente se ocupó de investigar las poblaciones de grandes cetáceos para hacer su cacería comercial sostenible. México se adhirió a la cbi en 1949. Ante la deteriorada y a veces crítica condición de muchas poblaciones de cetáceos, la cbi tuvo que crear un comité de pequeños cetáceos y orientar sus esfuerzos a la conservación hasta declarar una moratoria a la cacería comercial de ballenas en 1983. En el año 2002, los mares mexicanos se declararon como refugio para las ballenas y todas las especies de mamíferos marinos están protegidas por distintas leyes mexicanas. Está prohibida la cacería o captura de mamíferos marinos con fines comerciales y de subsistencia así como las importaciones y exportaciones comerciales. A pesar de ello, al menos hasta los 1990 se cazaron delfines y lobos marinos para usarlos como carnada para la pesca de tiburón.

La amplia diversificación de actividades humanas durante el siglo xx, ha significado una multiplicación de impactos sobre el medio marino. La contaminación, el ruido, las pesquerías, el turismo, las colisiones con embarcaciones, las especies invasoras y el cambio climático, constituyen nuevas amenazas para los mamíferos marinos en México y particularmente para la vaquita que es una marsopa endémica del Alto Golfo de California en severo riesgo de extinción y que es emblemática de la conservación marina en México.[9] La perspectiva histórica de los impactos y las potencialidades de las nuevas amenazas sobre los mamíferos marinos, instan a fortalecer la investigación científica no sólo sobre su biología sino también sobre la sociedad humana con la que ellos coexisten. En el Golfo de California esta doble necesidad de conocimiento y acción es particularmente delicada, compleja y poco entendida a pesar de una historia con más de 10 000 años cuya importancia ahora trasciende a escala global.

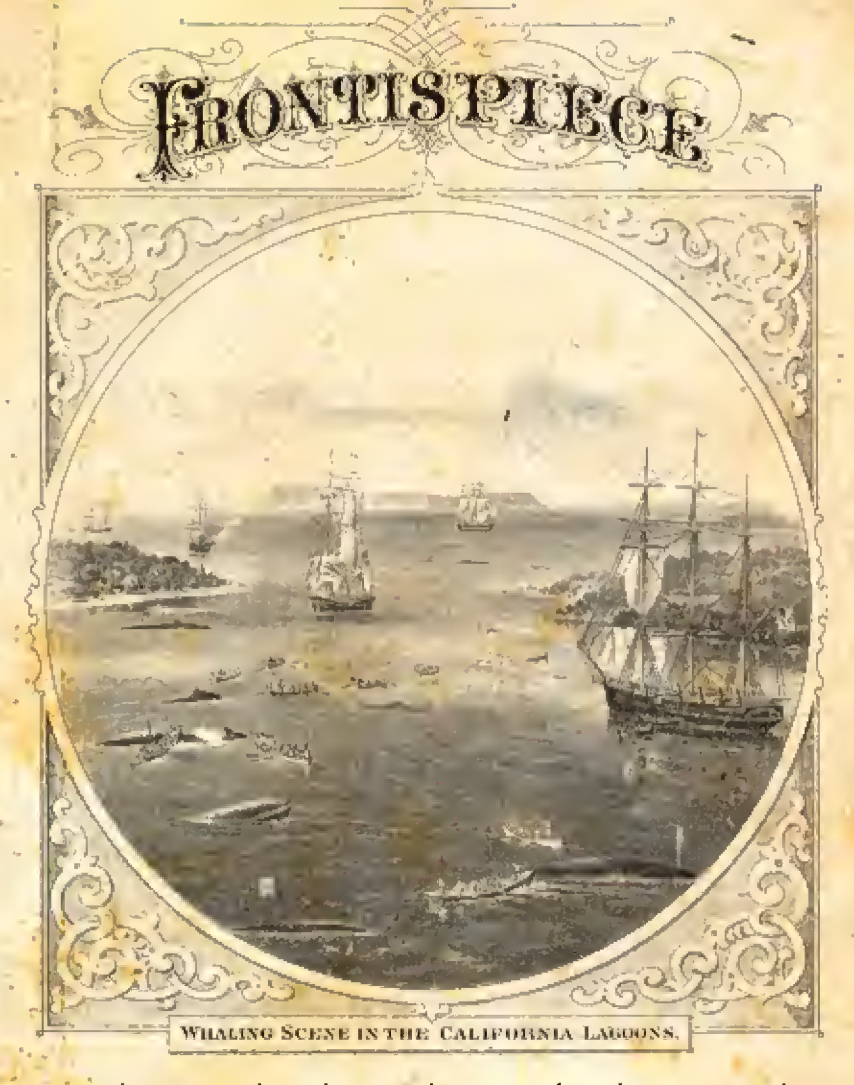


Ilustración de la cacería de ballena en las lagunas de Baja California.

Tomada del libro de 1874 de Charles Melville Scammon.

Síntesis de impactos históricos sobre los mamíferos marinos del Golfo de California

Mamíferos marinos	Época prehispánica, antes de 1521	Época colonial, 1521-1821	México independiente, 1821-1877	Del porfiriato a la época contemporánea, 1877-actualidad
Ballenas	?	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial, Ruido, Colisiones y daños por propelas, Interacciones con pesquerías, Modificación física del hábitat, Cambio climático
Delfines	Cacería de autoconsumo	Cacería de autoconsumo	Cacería de autoconsumo	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial, Acoso por turismo, Ruido, Interacciones con pesquerías
Vaquita	?	?	?	Interacciones con pesquerías, Contaminación química y biológica, Modificación física del hábitat, Acoso por turismo, Cambio climático
Zifios	?	?	?	Ruido
Cachalotes enanos	?	?	?	Ruido
Cachalotes	Cacería de autoconsumo	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial, Cambio climático, Interacciones con pesquerías
Lobos marinos	Cacería de autoconsumo	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial	Ruido, Interacciones con pesquerías, Contaminación química y biológica
Focas	Cacería de autoconsumo	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial	Cacería de autoconsumo, Cacería industrial	Interacciones con pesquerías

Tomado de: Arellano Peralta, V. 2010. *Mamíferos marinos en el Golfo de California: macroecología, impacto humano y su perspectiva hacia la conservación*. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

- Cacería de autoconsumo
- Cacería industrial
- Contaminación química y biológica
- Ruido
- Acoso por turismo
- Colisiones y daños por propelas
- Interacciones con pesquerías
- Modificación física del hábitat
- Cambio climático
- ? Información insuficiente



ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN SOBRE LOS MAMÍFEROS MARINOS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Los gobiernos federales, estatales, ONG e instancias internacionales, han llevado a cabo diversos esfuerzos para la conservación de los mamíferos marinos. Éstos son algunos de ellos:

Protección a las especies

Todas las especies de mamíferos marinos que habitan en México están protegidas por la normatividad ambiental. La NOM-059-SEMARNAT-2010 indica que 30 especies de mamíferos marinos que habitan el Golfo de California están Sujetas a Protección Especial, una especie, el Elefante Marino del Norte, está Amenazada y dos en Peligro de Extinción: la vaquita y el lobo fino de Guadalupe.

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las ANP son un instrumento de política ambiental con definición jurídica, que tienen gran importancia para la conservación de los mamíferos marinos. En el Golfo de California y Pacífico mexicano, se encuentran las siguientes:

- Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado
- Parque Nacional Zona Marina Archipiélago de San Lorenzo
- Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y Salsipuedes
- Parque Nacional Arrecifes de Espíritu Santo
- Parque Nacional Cabo Pulmo
- Reserva de la Biosfera Complejo Lagunar Ojo de Liebre

Regulación del ecoturismo

Los mamíferos marinos, son objeto del turismo ecológico de observación. La NOM-031-SEMARNAT-1988 ha regulado esta actividad y ha permitido una derrama económica importante para las comunidades costeras, fomentado la educación ambiental y el interés por la conservación de las especies. El mejor ejemplo es observación de de ballena gris en las lagunas de reproducción en la Península de Baja California.

Recuperación de especies

Ballena gris. Esta especie ha recuperado su población exitosamente gracias a los esfuerzos nacionales e internacionales. La creación de ANPs, la prohibición de su cacería y el ecoturismo de bajo impacto, han sido fundamentales para su conservación.[10] El 11 de febrero del 2011 se calculó un total de 1,391 ballenas grises en las Lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio, este constituye el mayor promedio histórico de los últimos 15 años en la Reserva de la Biósfera.

Lobo fino de Guadalupe. Esta especie llegó a considerarse extinta en 1897; sin embargo se ha recuperado gracias a la protección de sus loberas de reproducción, a la prohibición de la cacería y del comercio de pieles. Hoy día existen nuevas colonias de reproducción con una tasa promedio de incremento anual del 18.9%.[11] A pesar de no ser una especie residente dentro del Golfo de California existen nuevos registros en el golfo que sugieren nuevos usos del hábitat debido a su expansión poblacional.

Vaquita marina. La principal amenaza de la vaquita es la muerte incidental en redes agalleras y de enmalle. Desde 2008 el Área de Refugio para la Protección de la Vaquita, se encuentra libre de este tipo de redes, sólo con algunas incursiones ilegales ocasionales. El censo más reciente es alentador pues indica la existencia de 250 ejemplares de vaquita marina, 100 más que el último censo reportado.[12]



Bibliografía

[1] Ascención, A. de la. 1602 [1970]. "Relación descriptiva de California según datos obtenidos durante el segundo viaje de Sebastián Vizcaíno, y normas para la pacífica ocupación de la California", en W. M. Mathes (ed.). *California I. Documentos para la historia de la demarcación comercial de la California 1583-1632, II*. Ediciones José Porrúa Turanzas, Madrid, pp. 1175-1185.

[2] Dublán, M., y J.M., Lozano 1876. "Decreto de las Cortes Generales y Extraordinarias disponiendo la libertad del buceo de la perla y de la pesca de ballena, nutria y lobo marino en todos los dominios de las Indias. 1811", en *Colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República*, t. I, edición de autor, México.

[3] Cariño, M., y J. Zariñán. 2008. "Procesos de conservación a través de la protección y el manejo de la vida silvestre", en M. Cariño y M. Monteforte (eds.). *Del saqueo a la conservación. Historia ambiental contemporánea de Baja California Sur 1940-2003*. SEMARNAT-UABCS-INE-CONACyT, México, pp. 475-524.

[4] Archivo General de la Nación. *Colección de documentos para la historia de México*, 1856, exp. 394, ff. 223, 224; Movimiento marítimo (129), vol. 1, exp. 15, 1882.

[5] Scammon, Ch. M. 1874 [1968]. *The Marine Mammals of the North-western Coast of North America*. Dover Publication, Nueva York.

[6] Tonnessen, J. y A.O. Johnsen. 1982. *The History of Modern Whaling*. University of California Press, Berkeley.

[7] Sierra, C. y J. Sierra. 1977. *Reseña histórica de la pesca en México (1821-1977)*. Departamento de Pesca, México.

[8] Zavala-González, A., y E. Mellink. 2000. "Historical Exploitation of the California Sea Lion, *Zalophus californianus*, in México", en *Marine Fisheries Review* 62:35-40.

[9] Arellano Peralta V., 2010. *Mamíferos marinos en el Golfo de California: Macroecología, impacto humano y su perspectiva hacia la conservación*. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.

[10] Rojas L., y J. Urbán. 2010. "Recuperación de la ballena gris", en J. Carabias *et al*. (coords.). *Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito*. CONABIO, México, pp. 66-67.

[11] Rojas L. y H. de la Cueva. 2010. "El lobo fino de Guadalupe", en *ibid*., pp. 68-69.

[12] Robles, A. 2010. "La vaquita: esperanza en un futuro compartido", en *ibid*., pp. 74-75.

[1] Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. veronica.medioambiente@gmail.com
[2] Comunidad y Biodiversidad, A.C. andrea.saenzarroyo@gmail.com
[3] Facultad de Ciencias, UNAM. medranol@ciencias.unam.mx



Sexando peces
EL CASO DEL PEJELAGARTO

CYNTHIA MARÍA CASTELLANOS VIDAL[1],
YAMILE MAVEL VALENZUELA PÉREZ[1]
Y JULIA MARÍA LESHER GORDILLO[1]

Muchos peces de interés comercial para la industria de la acuicultura muestran diferencias reproductivas. Hay varios atributos con un alto valor económico que están relacionados con el desarrollo sexual de los peces. En algunas especies de peces comestibles de importancia económica la diferencia entre sexos se observa en la proporción del crecimiento, tiempo y edad de maduración, forma del cuerpo y composición del esqueleto.

Introducción

En los vertebrados, el sexo del individuo depende de dos procesos: la determinación del sexo, que es el evento molecular que se establece en etapas tempranas del desarrollo embrionario, y de la diferenciación del sexo, en el cual una serie de eventos genéticos y hormonales lleva a la gónada indiferenciada a desarrollarse como ovario o como testículo.[1]

La determinación del sexo puede estar controlada por factores genéticos o por factores no genéticos. En el primer caso depende de la presencia de genes específicos y se asocia comúnmente a la existencia de cromosomas sexuales diferentes, como en los mamíferos en los que la hembra presenta el par xx y el macho el par xy; en las aves y algunos reptiles, la hembra tiene presente el par zw y el macho el par zz. En el segundo caso depende de factores tales como la temperatura, por ejemplo en ciertos peces, anfibios, reptiles y, en general, en especies que carecen de cromosomas sexuales identificables.[2, 1]

En los peces, anfibios, reptiles y aves, el análisis de los eventos moleculares relacionados con la determinación del sexo se reduce a estudiar la expresión de los genes ya identificados en los mamíferos.[1] Los principales genes para la determinación sexual en mamíferos están también involucrados en la determinación sexual de muchas especies de peces.[3]

Determinación sexual en peces

En peces que tienen sexos separados —un macho y una hembra— la determinación sexual genética (dsg) se presenta por un simple modelo de cromosomas diferentes para cada sexo (sistemas xx-xy o zw-zz, para hembra-macho). Aunque algunas especies muestran bien diferenciados los cromosomas sexuales, no se puede generalizar a los peces en un simple modelo de dsg. Otros modelos han sido propuestos, incorporando cromosomas sexuales múltiples, determinación sexual con múltiples genes, y factores ambientales incluyendo temperatura, alimentación, así como influencias sociales.[4, 5]

Se ha demostrado en vertebrados inferiores (no mamíferos) que durante una etapa de su diferenciación sexual, la expresión de genes puede estar regulada por factores no genéticos.[6] Los factores ambientales pueden tener una fuerte influencia en la diferenciación sexual y la inversión sexual en peces con sexos separados y hermafroditas, respectivamente. El factor ambiental determinante más importante para el sexo parece ser la temperatura en las especies más antiguas, y los factores sociales en las más recientes.[4]

Los mensajes del medio son recibidos por el cerebro, donde se manda una señal para activar diversos genes; de igual manera, éstos pueden dirigir señales que actúan como interruptores de inicio para la producción de cierto tipo de hormonas, llegando hasta la gónada, donde las hormonas direccionan el sexo del individuo. De esta manera, la diferenciación sexual e incluso alteraciones sexuales tienen lugar después en el desarrollo, a través de presiones ambientales, tales como el estatus social, condiciones ecológicas y composición poblacional.[7]





Hembra

Macho

Disección de hembra y macho de pejelagarto, mostrándose gónadas en la parte media.

Foto: Cynthia Castellanos Vidal

La influencia de factores ambientales en la diferenciación sexual ha sido reportada en más de 60 diferentes especies de peces.[8] El periodo sensible a la temperatura coincide con la receptibilidad de la gónada hacia otros factores externos, dados por las hormonas. Como la temperatura, los tratamientos hormonales o el uso de inhibidores de la enzima aromatasa durante la diferenciación sexual pueden dominar sobre la determinación sexual genética, invirtiendo el sexo y generando así una producción de individuos con el sexo deseado.[8] La posibilidad de inversión sexual hormonal se ha usado para obtener poblaciones de un solo sexo en múltiples especies que son de interés para la acuicultura; de esta manera, se consigue el sexo que suele ser de mayor tamaño o que presenta un crecimiento más rápido.

Genes involucrados en la determinación sexual en peces

En los vertebrados, los genes de determinación sexual manipulan las gónadas embrionarias, que regulan el desarrollo gonadal. Los genes de determinación sexual muestran gran diversidad entre los vertebrados, mientras que las series de genes (cascadas génicas) principales que se activan para determinar machos y hembras parecen estar relativamente conservadas.[9]



Ejemplares de pejelagarto *Atractosteus tropicus* mantenidos en tinas circulares de 2 m^3.

Foto: Cynthia Castellanos Vidal

Por ello muchos genes involucrados en la cascada de determinación sexual que han sido identificados y caracterizados en mamíferos se utilizan como base para las investigaciones en peces.

El *Dmrt1* (factor de transcripción 1, relacionado al doble sexo y mab-3) es uno de los genes expresados en altos niveles en los testículos embrionarios de los vertebrados,[10] y, por lo tanto, es específico para los machos y necesario para un desarrollo testicular normal.[9] Ha sido uno de los más estudiados.

El gen *Dax1* (dosificación específica de reversión sexual, región crítica de la hipoplasia suprarrenal, en el cromosoma X, el gen 1) se expresa en la gónada femenina, sugiriendo que este gen se requiere para la diferenciación ovárica, pero no para la testicular. Por el contrario, el gen *Sox9* desempeña un papel en la cascada de determinación sexual hacia el macho dentro de los vertebrados.[1] Otro gen que está presente en la diferenciación sexual hacia los machos es el gen de la hormona antimülleriana *Amh*, responsable por la regresión de los ductos mullerianos (ductos que llegan a formar gran parte del aparato reproductor femenino) en los machos.[8]

Análisis de expresión génica en el pejelagarto

Actualmente se realizan estudios para determinar la expresión de los genes involucrados en la diferenciación sexual en el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) utilizando la reacción en cadena de la polimerasa (pcr) de punto final, el cual es un método sensible para detectar el nivel de expresión de cada gen.

Para analizar el nivel de expresión de los genes se han disectado hembras y machos de pejelagarto con el fin de extraer material genético (arn) de gónadas, branquias, hígado, bazo y cerebro. Es necesario partir del arn para conocer la expresión de un gen determinado debido a que si se extrajera el adn se tendrían todos los genes que pueden haber en el material genético de un organismo. Sin embargo, no todos estos genes se expresan, existen algunos que no codifican ninguna proteína para el cuerpo del individuo que se

conocen como "intrones". Contrarios a los intrones, están los "exones", que son genes que codifican una proteína que realiza una función en el organismo. En el arn únicamente se encuentran exones, por lo que se garantiza que todos los genes que se encuentran dentro de esta secuencia se están expresando y, por lo tanto, están realizando una función en el organismo.

De manera natural, el adn –que es de doble cadena– se convierte en arn de una sola cadena; sin embargo, en este caso si se parte de arn es necesario convertirlo primero en adn, llamado "adn copia (cadn)" debido a que es producto de una secuencia de arn. Teniendo ya el cadn, se necesitan "iniciadores" o "cebadores" específicos para cada uno de los genes que se desea investigar, los cuales son secuencias conocidas del gen que servirán como punto de partida para la replicación; así se garantiza que sólo se mostrará la expresión del gen deseado. Si se lleva a cabo una reacción en la pcr de punto final se consiguen duplicados del gen de estudio, y finalmente se visualizan las bandas del gen en un gel de agarosa, el cual se utiliza para separar el material genético amplificado y observar si existe o no expresión.

El pejelagarto es una especie explotada en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Chiapas del sureste de México. Dado que las hembras alcanzan una talla mayor que los machos y su proporción comúnmente es baja, el cultivo de poblaciones sólo de hembras puede tener obvios beneficios económicos para la industria de la acuicultura.



Principales pasos de la retrotranscripción (RT-PCR) de ARN, para medir el nivel de expresión de un determinado gen.

Diagrama: Cynthia Castellanos Vidal



Pejelagartos en el mercado de Villahermosa, Tabasco.
Foto: © Fulvio Eccardi

En la actualidad no se están realizando estudios referentes a los genes de determinación sexual en el pejelagarto, por lo que la intervención de éstos en la diferenciación gonadal es aún desconocida.

Aplicaciones

Una importante consideración para el control de la determinación sexual y el desarrollo de muchas especies de peces es la comprensión de la variedad y complejidad de los sistemas sexuales. En especies con sistemas complejos y con múltiples factores interactuando, el sexo está influido por mayores y menores elementos genéticos y ambientales. Hay técnicas tradicionales y recientes que se usan para controlar y manipular el desarrollo sexual en los cultivos de peces, siendo los tratamientos hormonales los más usados.

Analizar la expresión de los genes de determinación sexual en el pejelagarto puede brindar una herramienta para el cultivo de la especie implementando técnicas a nivel molecular. Esto se puede conseguir mediante la aplicación de microinyecciones en el periodo fetal, para la administración de arn de interferencia o interruptores químicos, que mantengan bloqueados ciertos genes clave en la cascada de determinación sexual de machos, para que los genes determinantes de hembras sean únicamente los que se expresen, dirigiendo de esta manera el sexo del individuo para tener poblaciones que sólo estén constituidas de hembras; esto debido, a que las hembras de pejelagarto alcanzan un tamaño mayor en comparación con los machos. Luego, realizando cruzas de organismos alterados genéticamente se pueden obtener progenies que hereden los genes suprimidos, con el propósito de dar poblaciones sólo de hembras.

Bibliografía

[1] Torres, M.L., y L.H. Merchant. 2006. "Aspectos moleculares de la determinación del sexo en tortugas", en *Ciencia Ergo Sum*, 13(2):176-182.

[2] Kuntz, S., A. Chesnel, S. Flament y D. Chardard. 2004. "Cerebral and Gonadal Aromatase Expressions Are Differently Affected During Sex Differentiation of *Pleurodeles waltl*", en *Journal of Molecular Endocrinology* 33:717-727.

[3] Shirak, A., E. Seroussi, A. Cnaani, A. Howe, R. Domokhovsky, N. Zilberman, T. Kocher, G. Hulata y M. Ron. 2006. "*Amh* and *Dmrta2* Genes Map to Tilapia (*Oreochromis* spp.) Linkage Group 23 Within Quantitative Trait Locus Regions for Sex Determination", en *Genetics Society of America* 174:1573-1581.

[4] Baroiller, J.F., Y. Guiguen y A. Fostier. 1999. "Endocrine and Encironmental Aspects of Sex Differentiation in Fish", en *Cellular and Molecular Life Sciences* 55:910-931.

[5] Mank, J.E., y J.C. Avise. 2008. "Evolutionary Diversity and Turn-over of Sex Determination in Teleost Sishes", en *Sexual Development* 3:60-67.

[6] Salame, M.A., C.F. Méndez, L.G. Aguirre y H. Serrano. 2008. "Disrupción endocrina de la diferenciación sexual", en *ContactoS*, 70:43-49.

[7] Mank, J.E., D.E. Promislow y J.C. Avise. 2006. "Evolution of Alternative Sex-determining Mechanisms in Teleost Fishes", en *Biological Journal of the Linnean Society*, 87:83-93.

[8] Baroiller, J.F., H. D'Cotta, E. Bezault, S. Wessels y G. Hoerstgen-Schwark. 2009. "Tilapia Sex Determination: Where Temperature and Genetics Meet", en *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 153(1):30-38.

[9] Nagahama, Y. 2005. "Molecular Mechanisms of Sex Determination and Gonadal Sex Differentiation in Fish", en *Fish Physiology and Biochemestry* 31:105-109.

[10] Ferguson, M. 2007. "The Evolution of the Sex Chromosomes and Sex Determination in Vertebrates and the Key Role of Dmrt1", en *Sexual Development* 1:2-11.

[11] Trant, J.M., S. Gavasso, J. Ackers, B. Chung, A.R. Place. 2001. "Developmental Expression of Cytochrome P450 Aromatasa Genes (CYP19a and CYP19b) in Zebrafish Fry (*Danio rerio*)", en *Journal of Experimental Zoology* 290:475-483.

[12] Carreau, S., S. Lambard, C. Delalande, I. Denis-Galeraud, B. Bilinska y S. Bourguiba. 2003. "Aromatase Expression and Role of Estrogens in Male Gonad: A Review", en *Reproductive Biology and Endocrinology* 1:35.

[13] Matsuoka, M.P., S. Nes, O. Andersen, T.J. Benfey y M. Reith. 2006. "Real-time pcr Analysis of Ovary and Brain-type Aromatasa Gene Expression During Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) Development", en *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 144:128-135.

[14] Van Nes, S., y O. Andersen. 2006. "Temperature Effects on Sex Determination and Ontogenetic Gene Expression of the Aromatases *cyp19a* and *cyp19b*, and the Estrogen Receptors *esr1* and *esr2* in Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*)", en *Molecular Reproduction and Development* 73:1481-1490.

[15] Amberg, J., R. Goforth, T. Stefanavage y M. Sepúlveda. 2009. "Sexually Dimorphic Gene Expression in the Gonad and Liver of Sholvelnose Sturgeon (*Scaphirhynchus platorynchus*)", en *Fish Physiology* and *Biochemistry*, doi 10.1007/s10695-009-9369-8.

[16] Hofsten, J., y P. Olsson. 2005. "Zebrafish Sex Determination and Differentiation: Involvement of FTZ-FI Genes", en *Reproductive Biology and Endocrinology* 3:63.

[1] Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas.
cynthia_669@hotmail.com; yami_mv15@hotmail.com; lesher23@yahoo.com.



La Dirección General de Educación Indígena de la SEP y la CONABIO elaboraron seis carteles que se distribuirán en escuelas de educación indígena para el ciclo escolar 2011-2012



Los materiales pueden ser descargados desde el sitio web **Biodiversidad Mexicana**

www.biodiversidad.gob.mx/ninos/carteles_saber.html

Nueva página web: Maíces de México

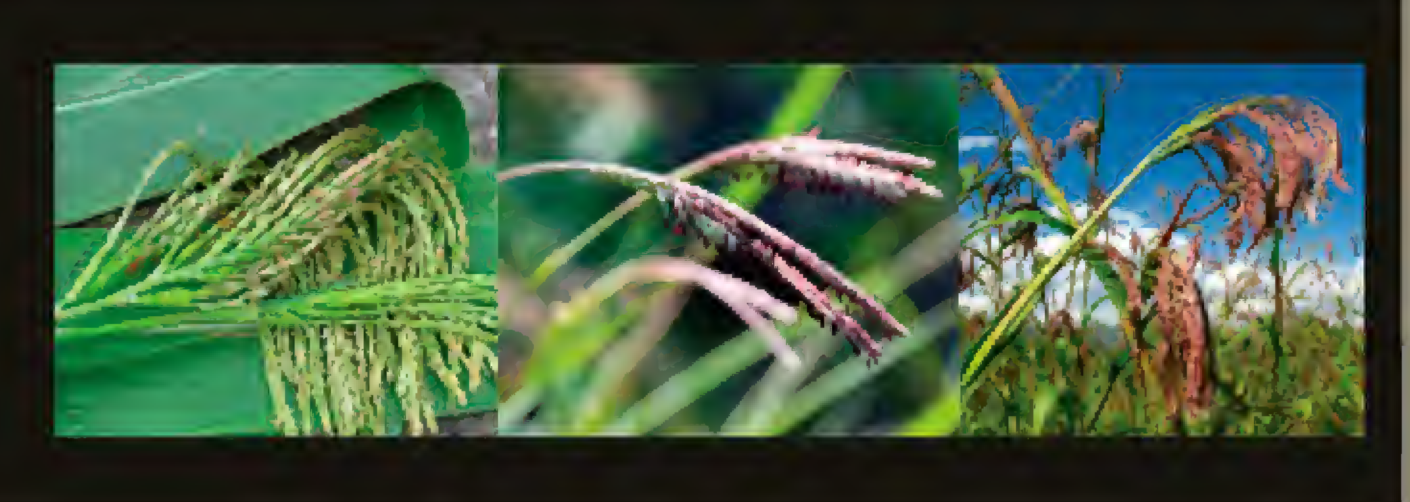
www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/maiz.html





Maicillos

Entre los parientes silvestres más cercanos al maíz, además de los teocintles, se encuentran las especies silvestres de maicillos *(Tripsacum)* que también tienen su centro de diversidad en México.





El sitio que promueve la afición por la fotografía de la naturaleza, da a conocer en este espacio la imagen ganadora del mes de abril y a su autor.

¡Tú también puedes participar! Visita
www.mosaiconatura.net



Nombre: Eduardo Axel Recillas Bautista
Área de estudio: Fotografía de insectos

Trayectoria profesional: Nació en la ciudad de México y actualmente radica en Huejutla de Reyes, Hidalgo. Se especializa en la fotografía macro desde hace más de ocho años, plasmando y mostrando las maravillas que el diminuto mundo de los insectos tiene para ofrecernos. Ha participado con algunas fotografías en la publicación de un libro de naturaleza en el estado de Hidalgo, exposiciones fotográficas en diferentes universidades y eventos de naturaleza, también ha publicado algunos artículos sobre naturaleza en la revista electrónica de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense y participa activamente en diversos foros de valoración y crítica fotográfica como Caborian, uno de los foros en línea más importantes en su género.

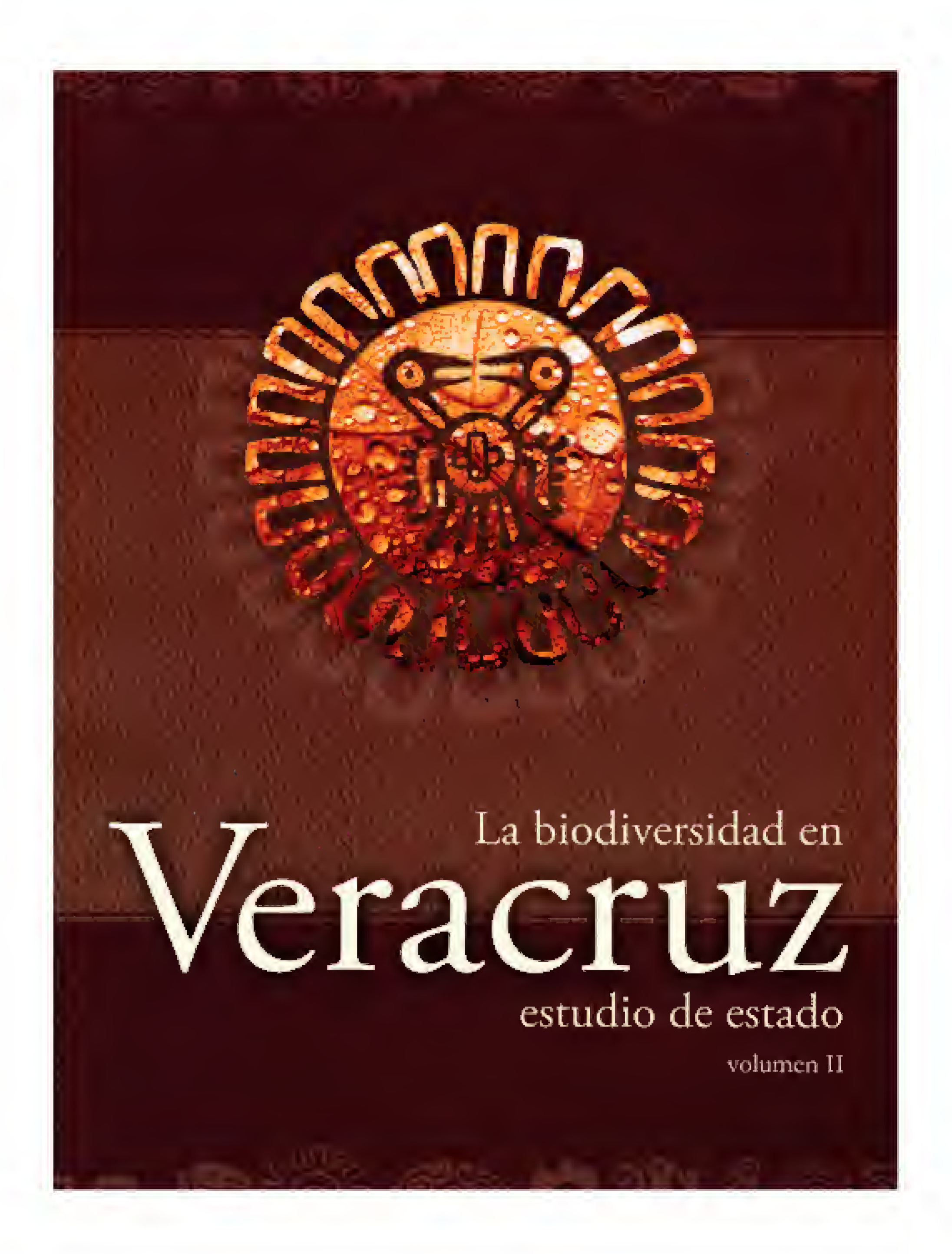
Contacto: eduardo_ax09@hotmail.com

La biodiversidad en Veracruz Estudio de estado

En una lujosa edición de dos volúmenes, la conabio, el Gobierno del Estado de Veracruz, la Universidad Veracruzana, el Instituto de Ecología la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo unieron sus esfuerzos para reunir por primera vez, y de forma accesible, los resultados del estudio de la biodiversidad en Veracruz, a partir de tres enfoques principales: biológico, económico y cultural. En ella participaron más de 220 investigadores pertenecientes a más de 25 instituciones.

Esta obra contribuye con información confiable acerca de la situación actual que guarda esa entidad federativa, que tanto las autoridades, académicos, comunidades locales, grupos indígenas como la sociedad en general, podrán consultar y utilizar como elemento base para la toma de decisiones, el diseño de estrategias de planeación.

Si bien este Estudio de Estado es una fotografía del conocimiento y estado de conservación de la biodiversidad de Veracruz, como línea de base para visualizar el proceso de cambio y modificación de los ecosistemas, el gobierno estatal y las instituciones tienen presente que es necesario mantener los esfuerzos para continuar desarrollando la formulación de la estrategia de biodiversidad de esa entidad.







La misión de la conabio es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

secretario técnico: Juan Rafael Elvira Quesada
coordinador nacional: José Sarukhán Kermez
director de comunicación: Carlos Galindo Leal

Sigue las actividades de conabio a través de Twitter y Facebook




Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.
Solicita tu suscripción al correo: biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx

Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

editor responsable: Fulvio Eccardi Ambrosi
diseño: Renato Flores
cuidado de la edición: Leticia Mendoza y Adriana Cataño
producción: Gaia Editores, S.A. de C.V.
impresión: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos